*Arnaldoa* 22 (1): 233 - 242, 2015 ISSN: 1815-8242

# Valor económico de los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos agrícolas del valle Virú, La Libertad-Perú, 2014

# Economic value of the lignocellulosic waste of the main agricultural crops of the Viru Valley, La Libertad-Peru, 2014

***Paola Florián Chamache; Carlos León Torres & Francisco Villanueva Polo***
Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad. Perú
pao_cflorianc@hotmail.com

***Celicia Betzabet Bardales Vásquez***
Universidad Privada Antenor Orrego
cbardalesv@upao.edu.pe

## Resumen

La utilización de materiales lignocelulósicos viene siendo investigada intensamente, porque representan el mayor componente de los residuos agrícolas y desechos agroindustriales en el mundo, que constituyen una fuente abundante y segura de recursos renovables y energía. En la presente investigación se determinó el valor económico de los principales residuos lignocelulósicos del valle Virú tales como brácteas de *Cynara scolymus* "alcachofa", peladilla de *Asparagus officinalis* "espárrago", coronta de *Zea mays* "maíz amarillo duro" y hojas y tallos de *Capsicum annuum* "pimiento", sobre la estimación de la producción de bioetanol. Se concluye, que los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos agrícolas del valle Virú-Perú, presentan buenos porcentajes de azúcares reductores totales, componentes esenciales que son excelentes para elaborar diversos productos bioenergéticos como el bioetanol que confirman el importante valor económico biológico. A medida que aumenta la concentración de azúcares reductores totales, aumenta el valor económico de los residuos lignocelulósicos agrícolas, presentando mayor valor económico el residuo de coronta de *Zea mays* "maíz amarillo duro" con S/. 1257.15 por tonelada de residuo que presenta 9.93 g/L de azúcares reductores totales y su estimación en la producción de bioetanol es de 289 L/Tn.

**Palabras clave:** Residuos lignocelulósicos, biomasa, bioetanol, azúcares reductores totales.

## Abstract

The use of lignocellulosic materials is being investigated, because they represent the largest component of agricultural residues and agro-industrial wastes in the world, which are abundant and renewable resources and energy sources. In the present study determined the economic value of the main lignocellulosic waste Virú Valley such as bracts *Cynara scolymus* "artichoke", sugar coated *Asparagus officinalis* "asparagus", cob of *Zea mays* "hard yellow corn" and leaves and stems of *Capsicum annuum* "pepper", on the estimation of the production of bioethanol. It concludes, that the main agricultural crops of the Virú Valley, Peru lignocellulosic waste have good percentages of sugars total essential components that are excellent for producing various bioenergy bioethanol as confirming the important economic value of biological. It increases the concentration of total reducing sugars increases the economic value of agricultural lignocellulosic residues, presenting greater economic value the residue of cob of *Zea mays* "hard yellow corn" with S /. 1257.15 per ton of waste that presents 9.93 g/l of total reducing sugars and its estimation in the production of bioethanol is 289 L/Tn.

**Keywords:** Waste lignocellulosic biomass, bio-ethanol, total reducing sugars.

## Introducción

En la década de los años 70, una parte importante de los biotecnólogos de todo el mundo, enfocaron sus investigaciones hacia la utilización y aprovechamiento de los residuos agroindustriales para la producción de compuestos útiles como insumos de otros procesos industriales; los primeros años, la prioridad se enfocó a la generación de productos con valor agregado, años más tarde, se sumó la prioridad de utilizar los residuos para reducir el impacto ambiental que ocasiona su disposición, y a partir del presente siglo, la prioridad está enfocada a la producción de bioenergéticos y a la elaboración de nuevas formulaciones de alimentos para animales (Saval, 2012). El desarrollo de los biocombustibles o de la bioenergía en general, abre una oportunidad de fortalecimiento para el sector agrícola en países en vías de desarrollo como el Perú, en la medida que obedezca a un proceso de planificación estratégica y se tenga en cuenta el desarrollo sostenible (García, 2010).

El principal reto, en la producción de etanol a partir de biomasa lignocelulósica, es el pre tratamiento e hidrólisis de la materia prima. En general, las metodologías para la obtención de etanol tienen procesos similares que permiten que se puedan diferenciar (Avella, 2009).

El concepto de valor económico de un recurso, lo basan los economistas en un mecanismo de decisión, en el cual, los individuos racionales realizan el mejor uso y oportunidades que ofrece el recurso. El mecanismo, está bajo el supuesto, de que los individuos miembros de la economía, reaccionan sistemáticamente a los cambios que perciben en sus situaciones (Pérez, 2011).

El departamento La Libertad-Perú, se constituye como una de las principales regiones agrícolas de la costa peruana, por las condiciones favorables que presenta para su desarrollo. A las condiciones climáticas idóneas para un importante número de productos, se adiciona, el ser una de las regiones líderes en la tecnificación de cultivos, fruto de las inversiones realizadas durante la última década por el sector privado, así como, por la infraestructura generada por los grandes proyectos de irrigación (Región La Libertad y Banco Central de Reserva del Perú, 2013).

Teniendo en cuenta, que el departamento La Libertad es considerado como uno de los principales productores agrícolas, obteniéndose gran cantidad de residuos lignocelulósicos que son el producto de las actividades agrícolas y agroindustriales, considerando que estos desechos son materias primas abundantes y baratas, y principalmente son potencialmente buenos para ser utilizados en la producción de azúcares, alimento para animales, biomasa microbiana, producción de ácidos orgánicos entre otros, ésta investigación puede ser un gran elemento de partida para la mejor utilización de los residuos agrícolas y la disminución de la contaminación ambiental; por tanto, el presente aporte científico tiene como objetivo determinar el valor económico de los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos agrícolas del valle Virú-Perú a partir de la cantidad de azúcares reductores totales (g/L) que presentan y la estimación de la producción de bioetanol (L/Tn).

## Material y métodos

El universo muestral, estuvo conformado por los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos agrícolas del valle Virú-Perú. Se realizó una identificación previa de ellos en el ámbito de las zonas cultivadas, mediante la información disponible desde el año 2008 hasta el 2013 proporcionado por el Ministerio de Agricultura de la Región La Libertad y la Cámara de Comercio y Producción La Libertad.

Para determinar el valor económico de los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos del valle Virú. Se calculó la cantidad de los residuos lignocelulósicos en (%) y (kg/ha) de brácteas de *Cynara scolymus* "alcachofa", peladilla de *Asparagus officinalis* "espárrago", coronta de *Zea mays* "maíz amarillo duro" y hojas y tallos de *Capsicum annuum* "pimiento" y la biomasa total (kg/ha) de estos cultivos, para esto, se tomó en cuenta los resultados de la producción agrícola proporcionados por el Ministerio de Agricultura La Libertad desde los años 2008 al 2013, para ello, se utilizó la Técnica de Análisis (Landry, 1988). El método de valoración usado fue el de valoración directa (MVD), basándose en precios de mercado disponibles o en observación de cambios en la productividad (Pearce & Markandya, 1989). En el caso de

la estimación del valor económico de los residuos lignocelulósicos partiendo de la concentración de los azúcares reductores totales (ART) fermentables (Pearce & Turner, 1995) y la estimación de la producción de bioetanol de los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos agrícolas del valle Virú se empleó el Método de Precios de Mercado (Monroe, 1999) y según las categorías de valor económico, el valor económico de los residuos lignocelulósicos que se determinó es el valor económico directo (Pearce & Turner, 1995). A partir de la concentración de los "ART" de cada uno de los residuos lignocelulósicos, se estimó la cantidad de bioetanol que se puede producir; finalmente, se halló el valor económico de cada uno de los principales residuos lignocelulósicos agrícolas identificados.

## Resultados

Los resultados obtenidos de la presente investigación se presentan según las siguientes tablas y figuras.

Los residuos lignocelulósicos de los principales cultivos agrícolas del valle Virú son: brácteas de "alcachofa", peladilla de "espárrago", coronta de "maíz amarillo duro" y hojas y tallos de "pimiento". Su (%) y (kg/ha) y la biomasa total (kg/ha), se detallan en la tabla y figura 1 desde los años 2008 al 2013.

En la tabla y gráfico 2 se muestran los g/L de los azúcares reductores totales (ART) de los residuos lignocelulósicos de brácteas de "alcachofa", peladilla de "espárrago", coronta de "maíz amarillo duro" y hojas y tallos de "pimiento", además de la estimación de la producción de bioetanol (L/Tn).

La coronta de "maíz amarillo duro" tiene 9.93 (g/L) de ART y puede producir 289 (L/Tn) de bioetanol, en segundo lugar tenemos a los tallos y hojas de "pimiento" con 8.80 (g/L) de ART lo que produciría 256 (L/Tn) de bioetanol, seguido la peladilla de "espárrago" con 7.00 (g/L) de ART produciendo 204 (L/Tn) de bioetanol y por último, a las hojas y tallos de "alcachofa" con 3.00 (g/L) de ART, lográndose 87 (L/Tn) de bioetanol.

Así también, en la tabla 2 se observa la determinación del valor económico de los residuos lignocelulósicos agrícolas de la coronta de "maíz amarillo duro", peladilla de "espárrago", brácteas de "alcachofa" y hojas y tallos de "pimiento" a partir de la cantidad de azúcares reductores totales y su estimación de la producción de bioetanol, a partir del valor comercial de un litro de bioetanol S/. 4.35 según lista de precios REPSOL-YPF.

## Discusión

El desarrollo de los biocombustibles o de la bioenergía en general, abre una oportunidad de fortalecimiento para el sector agrícola en países en vías de desarrollo como el Perú, en la medida que obedezca a un proceso de Planificación Estratégica y se tenga en cuenta el desarrollo sostenible (García, 2010). Siendo La Libertad el departamento considerado como uno de los principales productores agrícolas, y sabiendo que se eliminan grandes cantidades de residuos lignocelulósicos, según se muestra en la tabla y figura 1. La mayor cantidad de residuos lignocelulósicos agrícolas presenta el cultivo *Cynara scolymus* "alcachofa" con 41,988.88 Kg/ha de brácteas, seguido de *Capsicum annuum* "pimiento" 32,654.94 Kg/ha de hojas y tallos, luego *Asparagus officinalis* "espárrago" 26,926.33 Kg/ha de peladilla y por último, *Zea mays* "maíz amarillo duro" 8,607.77 Kg/ha de coronta. Pueden entonces, ser utilizados en la producción de alcohol, proteína unicelular, bioaromas,

biopolímeros, entre otros, por lo que, es necesario determinar un valor económico de importancia. Según el Reglamento para la comercialización de los biocombustibles D.S. N° 021-2007-EM, el porcentaje de mezclas de biocombustibles en el Perú, el gasohol debe tener un porcentaje de 7,8% de etanol y un 92,2% de gasolina con fecha obligatoria a partir del 1 de enero del 2010 (Ministerio de Energía y Minas, 2007). Es de urgente necesidad, conocer el material lignocelulósico a usar para la producción de bioetanol como biocombustibles, proponiendo a los residuos lignocelulósicos agrícolas de cada Departamento para el desarrollo económico y sostenible del mismo. Además, se debe tomar en cuenta el crecimiento exponencial del parque automotor en el Perú, lo que ocasionaría mayor demanda del recurso no renovable como el petróleo, base en la fabricación de gasolina por tanto, una alternativa factible es incrementar los porcentajes de bioetanol en las gasolinas, tal y como lo viene haciendo Brasil que en la actualidad el gasohol contiene 92% de alcohol y 8% de gasolina. Por otro lado, Cabrera *et al.* (2004), manifiestan, la necesidad de contar con

**Tabla 1.** Ejecución y perspectivas de la producción agrícola de los principales cultivos, los residuos lignocelulósicos y biomasa total del valle Virú-Perú: campañas 2008-2013.

| | CULTIVOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ALCACHOFA | | | | | ESPÁRRAGO | | | | | MAÍZ AMARILLO DURO | | | | | PIMIENTO | | | | |
| AÑOS | 2008-2009 | 2009-2010 | 2010-2011 | 2011-2012 | 2012-2013 | 2008-2009 | 2009-2010 | 2010-2011 | 2011-2012 | 2012-2013 | 2008-2009 | 2009-2010 | 2010-2011 | 2011-2012 | 2012-2013 | 2008-2009 | 2009-2010 | 2010-2011 | 2011-2012 | 2012-2013 |
| SIEMBRAS (ha.) | 229.00 | 738.00 | 1,094.50 | 839.00 | 465.50 | 33.00 | 55.00 | 1,173.00 | 1,288.00 | 612.00 | 4,711.00 | 5,645.00 | 5,563.50 | 7,104.00 | 6,605.00 | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 234.00 | 79.00 |
| COSECHAS (ha.) | 229.00 | 744.50 | 1,088.00 | 853.00 | 451.50 | 7,397.00 | 6,635.00 | 7,488.00 | 7,208.00 | 7,149.00 | 4,780.00 | 5,874.00 | 5,475.50 | 7,248.00 | 6,566.00 | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 234.00 | 79.00 |
| RENDIMIENTO (Kg./ha.) | 20,495.63 | 19,441.24 | 20,277.57 | 19,267.29 | 23,922.48 | 12,835.35 | 12,116.74 | 13,920.51 | 13,045.08 | 12,632.12 | 7,978.66 | 8,062.65 | 8,341.14 | 9,013.25 | 9,643.16 | 25,100.00 | 27,000.00 | 25,000.00 | 25,794.87 | 25,392.41 |
| PRODUCCIÓN (t.) | 4,693.50 | 14,474.00 | 22,062.00 | 16,435.00 | 10,801.00 | 94,943.05 | 80,394.60 | 104,236.75 | 94,028.93 | 90,307.00 | 38,138.00 | 47,360.00 | 45,671.90 | 65,328.00 | 63,317.00 | 25.10 | 54.00 | 50.00 | 6,036.00 | 2,006.00 |
| PRECIO CHACRA (S/Kg.) | 1.14 | 1.18 | 1.12 | 1.12 | 1.11 | 1.92 | 2.25 | 2.52 | 2.46 | 2.92 | 0.73 | 0.79 | 0.98 | 0.83 | 0.93 | 1.00 | 1.10 | 1.40 | 1.26 | 1.31 |
| RESIDUOS (%) | 67.00 | 67.00 | 67.00 | 67.00 | 67.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 45.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 50.00 | 56.00 | 56.00 | 56.00 | 56.00 | 56.00 |
| RESIDUOS (kg./ha.) | 41,612.34 | 39,471.61 | 41,169.61 | 39,118.44 | 48,569.88 | 10,501.65 | 9,913.69 | 11,389.51 | 10,673.25 | 92,153.55 | 7,978.66 | 8,062.65 | 8,341.14 | 9,013.25 | 9,643.16 | 31,945.45 | 34,363.64 | 31,818.18 | 32,829.83 | 32,317.61 |
| BIOMASA TOTAL (kg/ha) | 62,107.97 | 58,912.85 | 61,447.18 | 58,385.73 | 72,492.36 | 23,337.00 | 22,030.43 | 25,310.02 | 23,718.33 | 104,785.67 | 15,957.32 | 16,125.30 | 54,013.04 | 18,026.50 | 19,286.32 | 57,045.45 | 61,363.64 | 56,818.18 | 58,624.70 | 57,710.02 |

**Fuente: Ministerio de Agricultura La Libertad, 2014.**

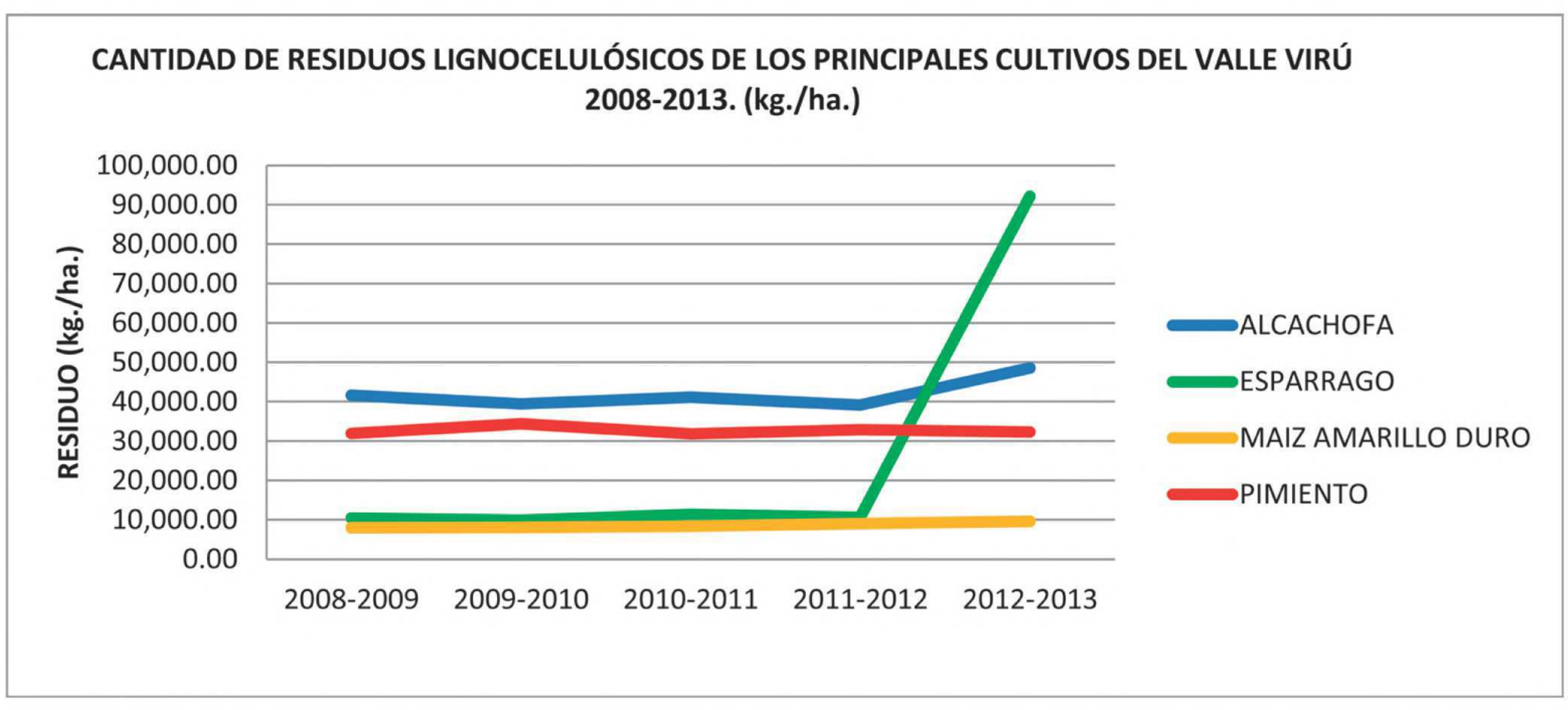


**Fig. 1.** Cantidad de residuos lignocelulósicos de los principales cultivos del valle Virú de las campañas 2008-2013.

combustibles ecológicos, con alto octanaje y grado de oxigenación hacen que sea necesario plantear seriamente estrategias de generación de bioenergéticos que permitan a nuestro país seguir desarrollándose y mantener la autonomía e independencia. Es por ello, importante generar tecnologías en la producción de biocombustibles, y el bioetanol producido mediante procesos biotecnológicos pueda ser usado como oxigenante o como combustible. Una de las alternativas para su producción, es el uso de material lignocelulósico que es una fuente barata y disponible. Los residuos

**Tabla 2.** Estimación de la producción de alcohol y su valor económico a partir de los azúcares reductores totales de los residuos lignocelulósicos agrícolas del valle Virú-Perú.

| CULTIVO | RESIDUO | ART (g/L) | PRODUCCIÓN DE ALCOHOL (g/L) | PRODUCCIÓN DE ALCOHOL (L./Tn.) | VALOR ECONÓMICO (S/./L) |
|---|---|---|---|---|---|
| ALCACHOFA | brácteas | 3 | 6.85 | 87 | 378.45 |
| ESPÁRRAGO | peladilla | 7 | 16 | 204 | 887.4 |
| MAÍZ AMARILLO DURO | coronta | 9.93 | 22.7 | 289 | 1257.15 |
| PIMIENTO | hojas y tallos | 8.8 | 20.11 | 256 | 1113.6 |

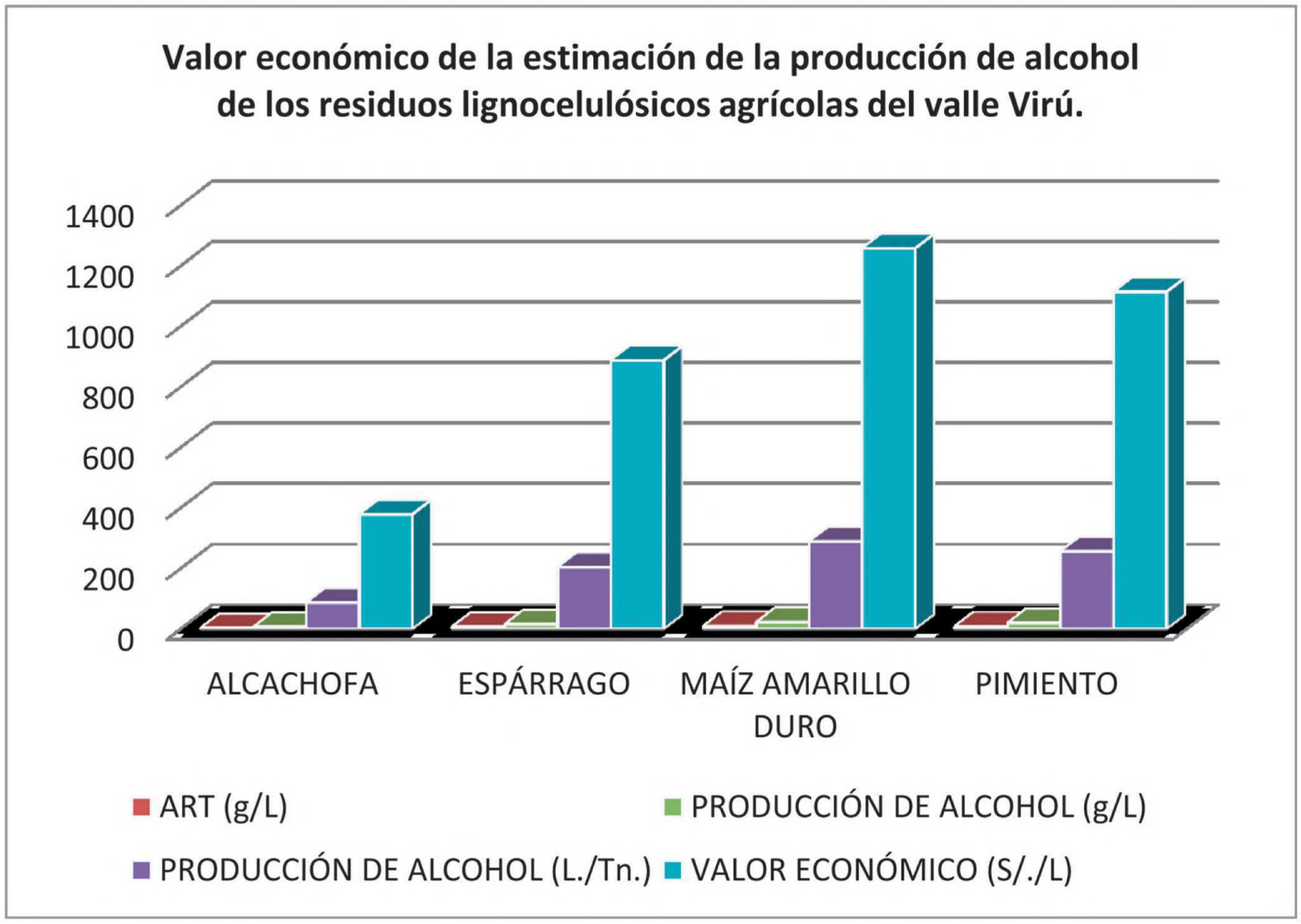


**Fig. 2.** Estimación de la producción de alcohol y su valor económico a partir de los azúcares reductores totales de los residuos lignocelulósicos agrícolas del valle Virú-Perú.

lignocelulósicos que se presentan en ésta investigación pueden ser utilizadas como biocombustibles, ya que presentan gran cantidad de azúcares reductores totales que son fermentables en alcohol, otorgándole así, un importante valor económico cuando es transformado a bioetanol, según resultados de la tabla y figura 2, porque se le asignan un costo barato y además solventa un problema de eliminación de residuos. Frente a la preocupación mundial por el calentamiento global, nuestra dependencia a los combustibles fósiles no renovables con precios sobre los 100 USD/barril y en aumento, urge la búsqueda de nuevas alternativas energéticas basadas en recursos renovables, como los desechos agrícolas, forestales, domésticos e industriales (Rojas & Cabanillas, 2008). En el Perú, utilizamos combustibles no renovables como el petróleo, para el abastecimiento energético, esas reservas se están agotando y con ello incrementa el costo, conforme aumenta dicho costo es necesario darle un valor económico a los desechos lignocelulósicos agrícolas más abundantes de la zona para la obtención de bioetanol como alcohol combustible (Gasohol), para así, lograr un desarrollo económico ambientalmente sostenible. En la investigación producción de alcohol de residuos lignocelulósicos de cáscara de "arroz" realizada por Rojas & Cabanillas (2008) se obtuvo un rendimiento de 25 litros de alcohol (etanol) de 96° G.L. a partir de 100.00 kg de cáscaras de "arroz", a un costo de producción en el año 1987 aproximado de cinco intis litro (I/ 5.00), competitiva a la materia prima tradicional melaza. Esta investigación sobre la producción de bioetanol de los principales residuos lignocelulósicos del valle Virú, confirma que la producción de bioetanol resulta rentable al igual que lo obtenido a partir de la cáscara de "arroz", tanto en su producción como en el precio. A partir de 100.00 kg de coronta de "maíz amarillo duro" se estima un rendimiento de 28,9 L de bioetanol, de 100.00 kg de hojas y tallos de "pimiento" 25,6 L, de 100.00 kg de peladilla de "espárrago" 20,4 L y de 100 kg de brácteas de "alcachofa" 8,7 L de bioetanol. Con un valor comercial aproximado de S/. 4,35 el litro de bioetanol (tabla y figura 2). Es importante destacar, que la cantidad de los azúcares reductores totales de cada uno de los residuos se encuentra directamente proporcional con la cantidad estimada de la producción de alcohol, es decir, a mayor cantidad de azúcares reductores totales que presente el residuo, mayor será la producción de alcohol que se obtendrá de estas (León *et al.* 2,011). Cabe resaltar también, que los de g/L de azúcares reductores totales ART se han extraído por el mismo método de hidrólisis con la finalidad de homogenizar los resultados (Bardales, 2009). El Perú ha comenzado una nueva era en la fabricación de biocombustibles así como el etanol, con la intención de reducir la dependencia externa del petróleo y alta contaminación que soporta el país con los actuales combustibles considerados como los más sucios de América Latina. El gobierno del Perú lanza una estrategia de promoción de biocombustibles. El Consejo Nacional de Ambiente lidera este programa de alcance nacional que pretende fomentar el cultivo, transformación y uso de los biocombustibles en sustitución de los derivados del petróleo. La aprobación de la ley de promoción y sendos informes técnicos posteriores son el trampolín para que esta estrategia hacia la sostenibilidad del sistema de transporte tome este cuerpo (Lozanoff *et al.* 2007). Con estas estrategias, se sustentará el valor económico de los residuos lignocelulósicos agrícolas porque a partir de estos materiales se producirá

bioetanol como sustituto del petróleo que genera alta contaminación ambiental, por el contrario, el uso del bioetanol como biocombustible es una tecnología limpia y le proporciona un valor agregado y además, no será considerado como desecho.

## Conclusiones

- El valor económico de los principales residuos lignocelulósicos agrícolas tales como brácteas de "alcachofa", peladilla de "espárrago", coronta de "maíz amarillo duro" y hojas y tallos de "pimiento", aumenta a medida que se incrementa la cantidad de azúcares reductores totales.

- El residuo agrícola lignocelulósico que presentan mayor valor económico es la coronta de "maíz amarillo duro" con S/. 1257.15 por tonelada de residuo que presenta 9.93 g/L de azúcares reductores totales con una estimación de la producción de bioetanol de 289 L/Tn, seguido de hojas y tallos de "pimiento" con S/. 1113.6 por tonelada de residuo que presenta 8.8 g/L de azúcares reductores totales con una estimación en la producción de bioetanol de 256 L/Tn, luego la peladilla de "espárrago" con S/. 887.4 por tonelada de residuo que presenta 7 g/L de azúcares reductores totales con una estimación en la producción de bioetanol de 204 L/Tn, por último, brácteas de "alcachofa" con S/. 378.45 por tonelada de residuo que presenta 3 g/L de azúcares reductores totales con una estimación en la producción de bioetanol de 87 L/Tn.

- El valor económico de los residuos lignocelulósicos agrícolas de los principales cultivos del valle Virú del departamento La Libertad-Perú, aumenta a medida en que estos son transformados en productos bioenergéticos como el bioetanol.

## Literatura citada

**Avella, O.** 2009. Etanol Celulósico a partir de Residuos Agrícolas. Universidad De La Salle. Lima. Perú.

**Bardales, C.** 2009. Producción de Bioetanol del desecho lignocelulósico de la peladilla de *Asparagus officinalis* por *Candida utilis* var. *major* CETC 1430. Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Biológicas. Escuela Postgrado de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú.

**Cabrera, S.; E. Aranda; A. Martínez; A. Gómez & R. Quintero.** 2004. Biocombustibles a partir de Residuos Lignocelulósicos, Estudios Económico del Caso: Bagazo de la Caña en México. Centro de Investigación en Biotecnología-UAMEM. Instituto de Biotecnología-UNAM. Instituto Mexicano del Petróleo. México.

**García, H.** 2010. El Panorama de la Bioenergía y la Seguridad Alimentaria en Perú. Capítulo 2. Perú.

**Landry, R.** 1998. «L´analyse de contenu» En: Recherche sociale. De la problématique à la collecte des données. Sillery, Presses de l'Université du Québec. p. 329-356.

**León, C.; P. Florián; J. Mostacero; C. Bardales; E. Martin; L. Rodríguez & F. Villanueva.** 2011. Extracción de Azúcares Reductores Totales "ART" de la coronta de *Zea Mays* "maíz amarillo duro". Revista Scientia 3(2). Universidad César Vallejo. Trujillo. Perú.

**Lozanoff, J.; S. Heinichen; G. Marchi & E. Risso.** 2007. Revisión de tecnología para la producción de bioenergía en países emergentes. Observatorio de políticas públicas. Coordinación General del cuerpo de Administradores Gubernamentales. Jefatura de Gabinete de Ministros.

**Ministerio de Energía y Minas.** 2007. Situación actual y Perspectivas de los Biocombustibles en el Perú. Perú.

**Monroe, B.** 1999. Política de precios. Para hacer más rentables las decisiones. Ed. McGraw-Hill. Madrid. España.

**Pearce, D.; A. Markandya & E. Barbier.** 1989. Blueprint for a green economy. Earthscan Pub. London.

**Pearce, D. & R. Turner.** 1995. Economía de los recursos naturales y del medio ambiente, Colegio de Economistas de Madrid y Celeste Ediciones. Madrid.

**Pérez, J.** 2011. Valoración económica del agua. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Universidad de los Andes Mérida-Venezuela. Venezuela.

**Región La Libertad & Banco Central de Reserva del Perú.** 2013. Encuentro Económico. Informe Económico y Social. Trujillo-Perú.

**Rojas, R. & J. Cabanillas.** 2008. Producción de alcohol de residuos lignocelulósicos de cáscara de "arroz" (*Oriza sativa*). Revista Virtual REDESMA. Piura-Perú.

**Saval, S.** 2012. Biotecnología. Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. Instituto de Ingeniería. UNAM. Ciudad Universitaria. Vol. 16. N° 2. México.